

3. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования. 2-е издание, доп. и перераб. / Е.И. Казанцев. – М.: Металлургия, 1975. – 368 с.
4. Китаев Б.И. [и др.]. Теплотехнические расчеты металлургических печей. – М.: Металлургия, 1970. – 528 с.
5. Вохмяков А.М. Исследование конвективного теплообмена в проходной печи, оснащенной скоростными горелками / А.М. Вохмяков, М.Д. Казяев, Д.М. Казяев // Цветные металлы, 2011, №12. – С. 89–93.
6. Вохмяков А.М., Казяев М.Д., Арсеев Б.Н., Казяев Д.М., Киселев Е.В. Методика исследования конвективного теплообмена в нагревательных печах // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика нагревательных печей в XXI веке». – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2010. – С. 65–73.

УДК 162.2:0043.94

**Н. А. Черемискина, Н. В. Гребнева, Н. Б. Лошкарев, В. В. Лавров**

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

## КОНСТРУКЦИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО ТИПА

### Аннотация

*Изложен принцип работы термической барабанной печи под закалку и отпуск с учетом ресурсо- и энергосбережения. Представлена принципиальная схема устройства. Приводятся технические характеристики печи.*

*Ключевые слова: барабанная печь непрерывного действия; рекуперативное горелочное устройство; ресурсосбережение.*

### Abstract

*The principle of operation of a rotary kiln with consideration of resource and energy saving describes at this article. A schematic diagram of the device is presented. Technical characteristics of the furnace are applied.*

*Keywords: drum continuous furnace; regenerative burner device; resources.*

Одним из основных этапов получения готового металлопроката и металлоизделий является термообработка. До сих пор большинство нагревательных печей имеют низкий КПД. Это связано с тем, что в данных нагревательных агрегатах имеются большие потери тепла через кладку и с уходящими из печи газами.

Одним из определяющих факторов конструкции нагревательных и термических печей и системы их отопления является способ транспортировки в них металла. Основными способами транспортировки металла в термических печах являются роликовые и конвейерные поды. Такие конструкции имеют ряд недостатков. Роликовые печи для нагрева длинных заготовок, устанавливаемые в потоке прокатных станов, имеют большую протяженность, поэтому их сложно размещать в действующих цехах.

Новый способ транспортировки проката в термических печах, существенно уменьшающий габариты печи, упрощающий механизмы транспортировки и не имеющий водоохлаждаемых элементов разработан учеными ОАО «ВНИИМТ» совместно с кафедрой «Теплофизика и информатика в металлургии» Уральского федерального университета.

Транспортировка проката в процессе нагрева осуществляется с помощью вращающегося барабана револьверного типа из жаропрочной стали. В качестве примера использования описываемого способа транспортировки приведена конструкция печи для нагрева тракторных башмаков под закалку (рис. 1).

Башмаки в процессе транспортировки размещаются радиально по отношению к барабану в специальных гнездах с зацепами на наружной поверхности. Такой способ транспортировки обеспечивает равномерный двухсторонний нагрев металла, что, в свою очередь, за счет минимизации времени нагрева существенно сокращает габариты печи и угар металла. Металлоконструкции барабана выполнены из жаропрочной стали. Центральная часть барабана выполнена в виде спиц из жаропрочной стали и футерована волокнистыми огнеупорными материалами.

Вращение барабана производится шаговым двигателем, что обеспечивает установку барабана в положение «загрузка – выгрузка» с высокой точностью. Цапфы барабана и подшипниковые узлы вынесены за пределы рабочего пространства, что увеличивает срок их службы. Для обеспечения нормальных условий работы подшипниковых узлов применяется воздушное охлаждение вала барабана, выполненного в виде толстостенной трубы.

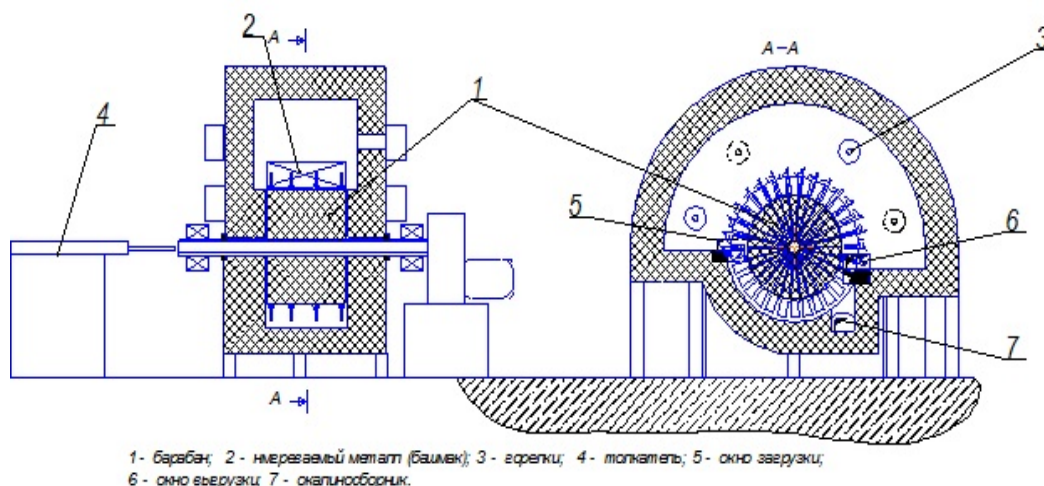


Рис. 1. Принципиальная схема барабанной печи

Отопление печи производится через автоматические скоростные рекуперативные горелки, позволяющие эффективно использовать теплоту сгорания, подогревая воздух, идущий на горение, до высоких температур. Технические характеристики печи представлены в таблице 1.

Таблица 1

Техническая характеристика термической печи

№ п/п	Наименование		Ед. измерения	Показатели
1	Назначение печи		Нагрев под закалку башмаков гусениц	
2	Площадь пода печи		м <sup>2</sup>	3,5
3	Установленная тепловая мощность печи		кВт	200
4	Топливо		Природный газ	
5	Расход газа на печь		м <sup>3</sup> /ч	20
6	Нагреваемые изделия	Длина	мм	510...1100
7		Высота	мм	171...280
8		Толщина	мм	22...45
9		(в самом толстом месте)	мм	22...45
9	Средняя масса		кг	20...43,5
10	Тип печи		Проходная, барабанная с двухсторонним нагревом	
11	Температура металла на выдаче из печи		°С	880 ± 10
12	Количество башмаков в печи		шт.	21

№ п/п	Наименование	Ед. измерения	Показатели
13	Производительность	кг/ч	390...610
14	Топливосжига- ющие устройства	ГРС-150	шт.
			4

Продукты сгорания удаляются через встроенные в горелки рекуператоры в сборный металлический, теплоизолированный дымопровод.

Свод печи и торцевые стены футерованы волокнистыми огнеупорными материалами, что способствует уменьшению потерь тепла теплопроводностью через футеровку печи в окружающую среду. Нижнее строение футеровано огнеупорным кирпичом.

Таким образом, разработанная конструкция печи позволяет экономить топливо, и занимать относительно небольшое место в цехе. Предложенная конструкция и способ транспортировки изделий в рабочем пространстве печи могут быть использованы для термообработки прутков, труб, полосы, а также сортового проката различной формы.

УДК 66.094.3

**А. А. Чернов, Н. Б. Лошкарёв, Г. М. Дружинин**

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

## СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ УГАРА В СТАЛИ ПРИ НАГРЕВЕ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧАХ

### Аннотация

*В данной работе рассмотрены вопросы окалина образования и обезуглероживания металлов в черной и цветной металлургии. Приведен анализ физическо-химических процессов. Изучены способы защиты металлов от окисления и обезуглероживания при нагреве в различных теплотехнических агрегатах. Указаны направления поиска решения по снижению негативного воздействия на обозначенные процессы в статье.*

*Ключевые слова: окалина, обезуглероживание, термообработка металла, нагрев, металлургические печи, мало окислительная атмосфера, защитные покрытия.*

### Abstract

*In this work questions are considered of education calx and decarbonization of metals in ferrous and in non-ferrous metallurgy. The analysis of the physical and chemical processes. Ways of protection of metals are studied against oxidation and decarbonization when heating in various furnaces. The directions of search of the decision on decrease in negative impact on specified processes in article are specified.*

*Keywords: calx, decarbonization, metal heat treatment, heating, metallurgical furnace, little oxidizing atmosphere, sheetings.*

Нагрев металла под ковку и горячую штамповку сопровождается рядом отрицательных явлений, таких как: угар, обезуглероживание, перегрев, пережог, образование окалины и т. д. Эти все явления не выгодны с точки зрения экономики и пагубно влияют на оборудование при последующей обработке металла. Например, обезуглероживание поверхностных слоев стальных изделий приводит к снижению твердости, уменьшению сопротивления циклическим нагрузкам и ухудшению режущих способностей инструмента. Удаление обезуглероженного слоя в уже готовых изделиях путем сплошной зачистки и шлифовки приводит к физическим потерям металла и увеличению себестоимости продукции. Образование окалины